

3



de energía y, por tanto, de sustancia seca de un alimento normal, que los perros gigantes, por Kg. de peso vivo (30 gramos en vez de 17 gramos) (5).

De forma teórica, conociendo la ingesta de sustancia seca según peso de los perros, calculé el tamaño de los estómagos que requerían, y de aquí calculé la superficie de estos estómagos comparándolos con el peso de los distintos tamaños de perro.

Los resultados fueron tan sorprendentes con diferencias muy superiores a lo esperado, lo que me obligó a realizar diversas consultas bibliográficas, no encontrando que se resaltase tal diferencia, por lo que varios compañeros entusiastas compararon las medidas de los estómagos en relación al peso de los perros necropsiados, y cuyos datos confirmaron el hallazgo teórico.

Este trabajo lo he dividido, por tanto, en cinco apartados o capítulos:

- Alomorfosis.
- Cálculos sobre superficie gástrica según tamaño perro e ingesta.
- Relación tamaño de los estómagos por medición directa.
- Nueva posible causa de la torsión y dilatación gástrica.
- Conclusiones.

## ALOMORFOSIS

La alomorfosis como relación matemática entre los crecimientos relativos de cualquier carácter en desarrollo, es aplicada frecuentemente en estudios de biología, paleontología, embriología, etc. para comparar diferentes especies animales, e incluso vegetales.

El tamaño de un ser (en masa o peso) es una variable de muy sencilla medida, simplemente por una pesada y, sin embargo, es transcendental en la vida de cada ser.

Ya Galileo Galilei se apercibió de ello al afirmar que los incrementos en los huesos tenían que ser proporcionalmente mayores que los incre-

mentos en los tamaños del cuerpo, comparando grandes con pequeños.

De ser la relación lineal, comparando una hormiga y un elefante, este último «debería» sostenerse con patas (aunque fueran tres pares) del grosor de las de una oveja...

Las relaciones entre animales de distinto tamaño son, por tanto, alométricas, de la fórmula ( $C = a M^b$ ), en la que «C» es la característica que comparamos. «a» es una constante, «M» la masa o peso del cuerpo, y «b» es otra constante distinta de la unidad (si fuese 1 la relación sería lineal).

Estas relaciones entre distintas especies pueden, y deben, ser aplicadas dentro de esta especie excepcional que es el perro.

Existen relaciones alométricas en el ritmo respiratorio y cardíaco, en la diferente ingesta calórica, en la producción láctea (una coneja normal, 5 Kgs, produce en relación a su masa, mucha más leche que la vaca campeona mundial, 500 Kgs.), en el tamaño de los huevos (codorniz, 120 gr. vs. pava, 12 Kgs.), en la facilidad de reproducción, en la necesidad de horas de sueño, en la relación a medicamentos, etc, etc. entre animales con diferencias de peso de 1 a 100.

Las mismas, o parecidas, diferencias alométricas, existirán entre una misma especie que también tiene diferencias de 1 a 100, como el peso «normal» de un Chihuahua o un Yorky (900 gr.) comparándolo con el peso asimismo «normal» de un San Bernardo o un Mastiff (90 Kgs.).

Para comprender mejor esta diferencia lo podemos aplicar a la especie humana. De considerar como peso «normal mínimo» a los pigmeos africanos de unos 40 Kgs,

debieran existir, de seguir la misma proporción que en los perros, hombres con peso «normal máximo» de 4.000 Kgs, nada menos...

## CALCULOS SOBRE SUPERFICIE SEGUN TAMAÑO DEL PERRO E INGESTA

El nivel de ingesta de los perros, sea ad libitum o controlada, viene dado por las necesidades (ejercicio, crecimiento, gestación, lactación, temperatura ambiente) y según el nivel calórico del alimento, normalmente expresado en Kilocalorías Metabolizables (KCal ME) (6).

Partiendo de animales adultos, machos, en ambiente termoneutral y actividad mínima, (7) el profesor Thonney (1983) señaló las necesidades de KCal ME/día, según pesos, de los que entresaco los representativos de los Toy, de los medianos, de los grandes y de los gigantes, para simplificar las comparaciones.

En el cuadro de los datos, he señalado una tercera columna que es consecuencia matemática de las otras dos.

CUADRO I  
NECESIDADES CALORICAS  
SEGUN TAMAÑO PERROS  
(Resumen de Thonney, 83)

Peso corporal	KCal ME (día)	Kcal ME (día) y Kgs. de peso
3 Kgs.	330	110
20 Kgs.	1.390	70
40 Kgs.	2.630	66
70 Kgs.	4.400	63

Incrementando estas necesidades mínimas a las recomendaciones prácticas del Dr. Mohrman (1985) y pasándolo a un alimento de densidad calórica promedio, la ingesta de sustancia seca por Kg. de peso vivo, según tamaño de los perros (5) es la siguiente: *ver tabla II*

Estos datos, aceptados y recomendados por los principales fabri-

CUADRO II

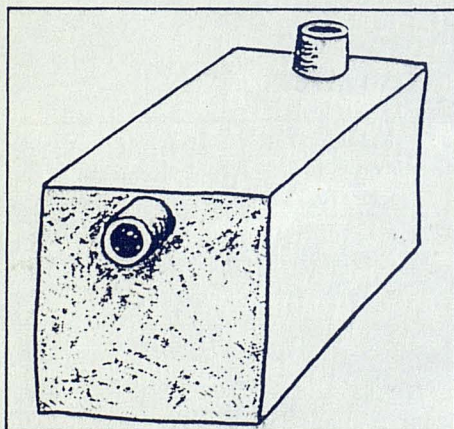
Perro toy	- peso 3 Kgs	30 gr. SS por Kg/día
Perro medio	- peso 30 Kgs	25 gr. SS por Kg/día
Perro grande	- peso 40 Kgs	20 gr. SS por Kg/día
Perro gigante	- peso 70 Kgs	17 gr. SS por Kg/día



cantes de alimentos preparados, ya demuestran que la ingesta de los muy pequeños es ya casi el doble que la de los gigantes, lo cual es lógico por alomorfismo, por tener los pequeños muchas mayores pérdidas calóricas por radiación (superficie proporcionalmente mayor de la piel) y por mayor gasto (desproporción con el entorno, lo que es paso para unos debe ser galope en los otros), (8) (4).

Partiendo de estos consumos de alimento diario del cuadro II, calculé el volumen de la ingesta total incluyendo el volumen de agua que requieren. Estimé un total de  $3 \text{ cm}^3$  por cada gr. de S.S. consumida (3).

Una vez conocido este volumen posible, ya que la ingesta de comida suele ser en una sola vez al día, lo adapté a un prisma cuadrado de alturas proporcionalmente similares, (figura A) y parecidas a las



relaciones de las medidas de los estómagos. Con ello ya puede calcularse la superficie de los 6 lados de estos estómagos teóricos.

Como último, y siempre por simples matemáticas, puede calcular la relación de estas superficies con el peso de los perros a los que corresponden, o sea  $\text{cm}^2$  de superficie gástrica por Kg. de peso vivo de los perros, según su tamaño.

Aún siendo algunos datos supuestos, como el volumen de la ingesta, en el que no puede valorarse la rapidez de paso a duodeno de la parte acuosa, y por la simplificación de los estómagos a una figura geométrica, los resultados, al ser datos idénticos, deben ser, como mínimo, ilustrativos.

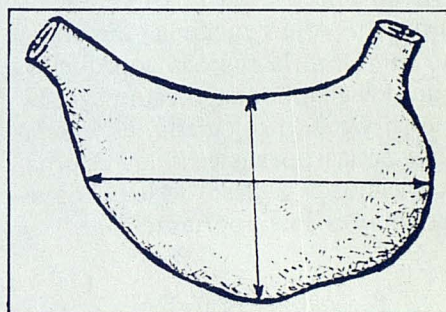
Aquí ya podemos observar la gran novedad, con el dato espectacular, tanto que me hizo repetir los cálculos por lo exagerado, que, según estos supuestos, y con cálculos matemáticos, la superficie gástrica de los perros pequeños es cuatro veces mayor, relacionándolo con el peso vivo, que la superficie gástrica de los perros muy grandes. Tres veces mayor que los de tipo grande, y doble que los de tipo medio.

Al no hallar datos bibliográficos esclarecedores, y parecer sorprendente a los compañeros consultados, la única forma de confirmar esta relación era por el método directo de medir los estómagos en perros necropsiados y compararlos con el peso del cadáver entero.

### RELACION TAMAÑO DE LOS ESTOMAGOS POR MEDICION DIRECTA

Los varios libros de anatomía del perro, y de nutrición, consultados,

sólo citan que el estómago de los perros es grande, que tiene capacidad entre 0,5 litros a 8 litros, sin señalar los pesos o tamaños de los perros. Alguno también cita que estómago ocupa dos tercios de la cavidad postdiafragmática (8). Datos insuficientes para confirmar los cálculos descritos en el capítulo anterior. Se hacía necesaria una comprobación directa a través de necropsias. En dos clínicas veterinarias y en la cátedra de cirugía de la Facultad de Veterinaria U.A. Barcelona comprobaron en sus necropsias, bajo mi petición, el peso de los perros cadáveres y el tamaño de los estómagos una vez vacíos según los diámetros de la figura B.



Según el dibujo, y en las fotografías de los estómagos, puede verse cómo la superficie del cuadrilátero resultante de las dos dimensiones es prácticamente el del total de un lado del estómago.

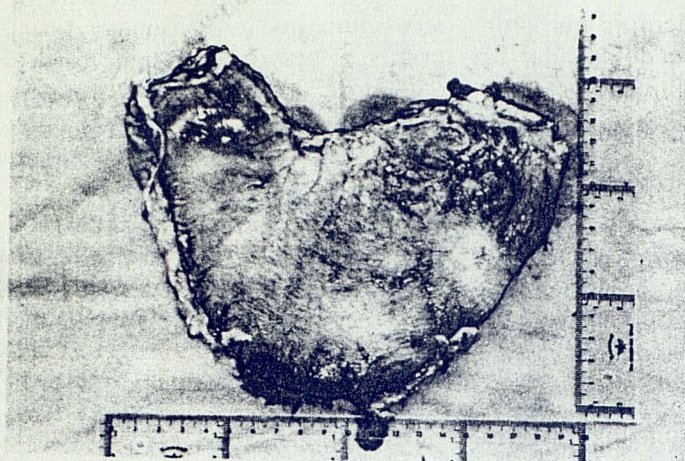
El doble de esta superficie sería, por tanto, la superficie gástrica total que relacionamos con el peso del perro.

En el cuadro IV señalo los resultados de 25 necropsias agrupándolos según tamaño de los perros, en los cuatro tipos descritos anteriormente, y obteniendo los promedios por grupos:

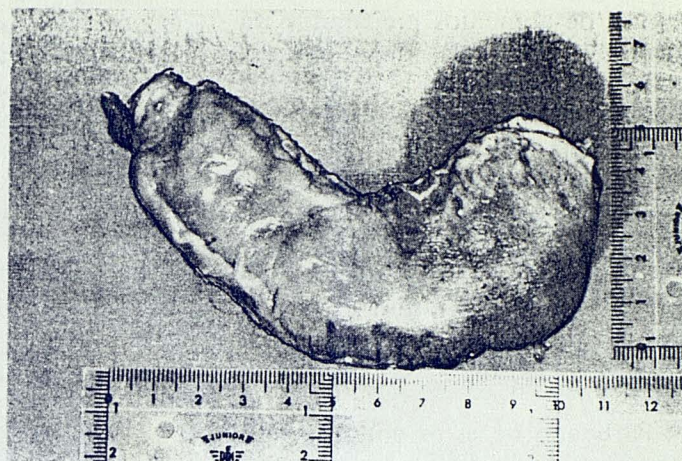
CUADRO III  
RELACION ALOMETRICA DEL TAMAÑO TEORICO DE LOS ESTOMAGOS DE LOS PERROS SEGUN PESO  
J. CAMPS (1988)

Tipo perro	Peso en Kgs.	Gramos S.S. ingesta por Kgs.	Total grs. ingesta y día	Volúmen ingerido $\times 3$ ( $\text{cm}^3$ )	Medidas estómago teórico (cm) ancho $\times$ alto $\times$ largo	Superficie del estómago ( $\text{cm}^2$ )	$\text{cm}^2$ Superficie estómago por Kg. peso vivo	Relación
toy	3	30	90	270	$5 \times 6 \times 9$	258	86	4,2
medio	20	25	500	1.500	$10 \times 10 \times 15$	800	40	2
grande	40	20	800	2.400	$11 \times 12 \times 18,2$	1.101	27,5	1,35
gigante	70	17	1.190	3.570	$13 \times 14 \times 19,6$	1.422	20,3	1





Estómago de perro gigante



Estómago de perro Toy

Los centímetros cuadrados resultantes no coinciden con los «teóricos» señalados anteriormente, lo cual es lógico pues se partía de un supuesto volumen de la ingesta, y no se valoró la rapidez con que los líquidos abandonan el estómago. Lo que sí sigue lo calculado, es la *relación* de la superficie de los estómagos vacíos y el peso de los cadáveres, que es lo importante..

Existen diferencias, también lógicas, entre los perros de cada grupo, ya que al ser necropsias realizadas en clínicas Veterinarias, algunos perros habrán estado enfermos y con peso inferior al normal, así como otros todo lo contrario, estaban obesos, como suelen ser en su mayoría los perros viejos.

Los promedios obtenidos, signifi-

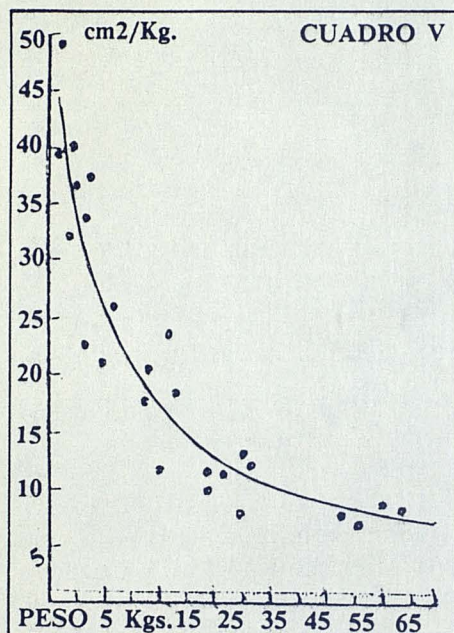
cativos para el propósito de observar estas grandes diferencias, coinciden plenamente con los cálculos previos, y puede aceptarse, por tanto, que la superficie gástrica de los perros muy pequeños (que he denominado toy) es proporcionalmente unas 4 veces mayor en relación al peso del perro, comparándola con la de los perros gigantes.

CUADRO IV  
RESULTADOS TAMAÑO ESTOMAGOS SEGUN PESO DE LOS PERROS

Tipo	Raza	Peso Kgs	Superficie gástrica cm <sup>2</sup>	Relación cm <sup>2</sup> /Kg peso	Relación promedios cm <sup>2</sup> /Kg	Relación 1 = gigantes
Toy hasta 6 Kgs.	Pequinés	5	164	33	36,7	4,22
	Caniche	2,5	120	48		
	Pequinés	4	150	37,5		
	Pequinés	5,8	130	22,4		
	Cruce	6	208	34,7		
	Yorky	3	122	40,7		
	Cruce	4	162	40,5		
Medios de 7 a 25 Kgs	Cruce (Cachorro)	7	270	38,6	22,9	2,63
	Cruce	11	296	26,9		
	Podenco	20	244	12,2		
	P.A. (Cachorro)	18	326	18,1		
	Cruce-Peque.	7	160	22,9		
	Cruce	23	560	24,3		
	Gos d'a tura	18	396	22		
Grandes de 25 a 45 Kgs	Podenco-cruce	23	426	18,5	10,9	1,25
	P.A.	36	440	12,2		
	Boxer	32	280	8,8		
	P.A. cruce	35	470	13,4		
	Cruce	34	274	8,1		
	Dobermann	30	366	12,2		
Gigantes más de 45 Kgs	Cruce	28	296	10,5	8,7	1
	Mastín	63	590	9,3		
	Dogo alemán	60	570	9,5		
	Dogo alemán	55	432	7,8		
	Mastín	54	450	8,3		



Los datos de las necropsias pueden ser representados en la gráfica descrita en el Cuadro V.



### NUEVA POSIBLE CAUSA DE LA TORSION Y DILATACION GASTRICA

Según estadísticas de la casuística de perros que han padecido el «bloat» o vólvulus gástrico, la mayoría son perros grandes y gigantes. Más los de pecho profundo.

Reconociendo otros muchos factores coadyuvantes internos, da que pensar su relación con el tamaño, y no porque coman más, ya que proporcionalmente comen menos.

La rapidez de la ingesta tampoco parece estar relacionada, pues depende mucho más del tipo de alimento que del tamaño del perro.

De aquí que si un volumen y masa de un contenido estomacal tiene proporcionalmente mucha menos superficie secretora, aún suponiendo un mayor tamaño a las glándulas por un mayor grosor de la pared gástrica, a confirmar por histología, lo cierto es que no tendría cuatro veces de superior funcionalidad secretora, y la penetración de los jugos gástricos será más lenta y difícil en una masa de alimento grande que en una pequeña.

Esto, por sí solo, podría favorecer la timpanización y torsión.

Al observar los estómagos de forma comparativa, el profesor Prandi (UAB) hizo la observación de que los estómagos de los perros muy grandes eran muy globosos, haciéndose más alargados a medida que los perros eran más pequeños (ver fotos).

Por la ley física del aumento de fuerza cuanto más alejado del eje de rotación, confirma plenamente la mayor facilidad de rotación de los estómagos globosos, de los perros grandes, más que los alargados, de los perros muy pequeños.

### CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES

Las diferencias alométricas entre superficie gástrica de los perros relacionándose con su peso, masa o volumen, parece es mayor de lo supuesto, si no en alta investigación, si al menos en la práctica común.

Si llegamos a reconocer (la gran diferencia hace sean datos singnificativos), que los perros muy pequeños tienen cuatro veces más superficie gástrica en proporción a su peso, que los perros gigantes, sería necesario tenerlo en cuenta en las dosificaciones de cualquier suplemento por vía oral, sea de nutrición o de medicación.

Son mayoría los medicamentos, o los suplementos (vitaminas, calcio, etc.) que en la etiqueta señalan dosificaciones lineales (a tanto por Kg. vivo) dependientemente por especies, pero sin señalar las distintas dosificaciones que requieren los perros según su tamaño y según las leyes del alomorfismo.

Las dosis lineales en perros serán insuficientes en perros muy pequeños y excesivas en lo gigantes.

Posiblemente convendría ampliar el abanico de pesos de los perros utilizados en investigación, y no sólo en lo relacionado al aparato digestivo, sino en cualquier investigación, ya que hoy día está fundamentada en los perros de raza beagle (tipo medio).

En cuanto a la alimentación, quiero destacar sólo dos aspectos, entre otros muchos, interesantes tanto al Veterinario clínico como al criador.

a) Recomendación de dar dos comidas al día, en vez de una sola, a los perros grandes, ya como norma.

b) Hacer lo anterior a las estirpes con predisposición al síndrome de dilatación gástrica, ya que teniendo en cuenta la gran desproporción de superficie secretora y la ingesta en los perros grandes y la forma más globosa de sus estómagos, pueden ser unas causas coadyuvantes de padecer el vólvulus gástrico (2).

Con esta práctica de ampliar a dos veces la presentación del alimento a perros grandes y en chenilles con predisposición, aparte evitar coincide con momentos de fuerte ejercicio, se ha logrado reducir, prácticamente eliminar, los casos de «bloat» o torsión-dilatación gástrica de tan graves consecuencias (trabajo a publicar).

Las personas, a lo largo de la prehistoria y de la historia, hemos sido responsables de esta gran diversidad de tamaños de los perros, apartándolos de las leyes ecológicas y fisiológicas a que hubiesen sido sometidos de estar en estados silvestres.

Deberíamos dejar de insistir en hacer cada día más diminutos a los perros pequeños, y más gigantes a los perros grandes.

Como colofón la también relación en la velocidad de crecimiento de los perros, que por conocida es menos sorprendente, pero la similitud es grande al crecer los perros toy exactamente cuatro veces más aprisa que los perros gigantes. El peso adulto de un perro muy pequeño se alcanza entre los 5 y 6 meses. El peso adulto de un perro gigante se alcanza entre los 20 y 24 meses (8). Curiosamente cuatro veces exactamente...

Todas la relaciones alométricas, tan exageradas en el perro, deberían ser tenidas constantemente en cuenta por investigaciones, prescriptores, clínicos y criadores,



Agradecimiento encarecido a:  
- Profesor David Prandi - Cátedra de Cirugía, Fac. Vet. U.A.B. por sus datos y fotos.

- Profesor J. Camón - Cátedra de Anatomía, Fac. Vet. U.A.B. por búsqueda datos y consejo.  
- Clínica Veterinaria Sagrada Familia

(Dres. A. Tarragó, J. Manubens, I. Farrás y F. Fernández) por datos y entusiasmo.

## BIBLIOGRAFIA

1. ABRAMS JT. Nutrition of the dog. Sec. G. Food Supl. CRC Press. 1976.

2. CAMPS J. Dilatación y torsión gástrica. Prevención. Gran Enciclopedia Canina. Edit. Planeta-Agostini. Barcelona. 1987.

3. ENGLISH PB., and alters. Measurement of daily water intake in the dog. J. Small Animals. Practice 21: 189-192.

4. HEUSNER AA. Energy metabolism and body size. I. Resp. Physio-

logy 48:1 1982.

5. MOHRMAN RJ. Comunicación personal. Requerimientos energéticos según peso. Ralston Purina, St. Louis (mo) 1985.

6. SHEFFY BE., et alters. Nutrient requirements of domestic Animals. NR. of Dogs (NRC). National Academy of Sciences. Washington DC. 1985.

7. THONNEY ML. et alters. Intraspecies relationship between fasting heat production and body

weight. J. Animal Science 43:690 1976.

8. WALKER AD. Fit for a Dog. Edit. Davis-Poynter Ltd. London. 1980.

9. WOLTER R. L'alimentation du chien et du chat. Ed. du Point Veterinaire.

Comunicación presentada al Congreso Mundial de WSAVA, celebrado en Barcelona del 6 al 9 de Octubre 1988.



# Amigos de tu mejor amigo

